

ANÁLISIS MATEMÁTICO I: HÁBITOS DE ESTUDIO E INTERÉS DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

María Elena Schivo, Natalia Sgreccia, Marta Caligaris
Grupo Ingeniería & Educación, Facultad Regional San Nicolás,
Universidad Tecnológica Nacional. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y
Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Argentina
meschivo@arnet.com.ar, sgreccia@fceia.unr.edu.ar, mcavigaris@frsn.utn.edu.ar
Nivel Universitario

Palabras clave: Material de estudio. Software libre. Motivación.

74

Resumen

Este trabajo forma parte de una tesis de Maestría en proceso en la que se ha propuesto realizar una experiencia en el aula para analizar la incidencia de ciertos recursos didácticos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de Análisis Matemático I en carreras de Ingeniería de la Facultad Regional San Nicolás (FRSN) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

La experiencia se llevó a cabo utilizando material didáctico interactivo confeccionado para este fin, con el software libre GEOGEBRA con la intención de favorecer la visualización dinámica de los conceptos fundamentales y propiciar la participación colectiva a través de la discusión teórica del tema tratado. Se aplicó en el curso de Ingeniería Electrónica, mientras que en la especialidad Mecánica se desarrollaron los mismos contenidos en forma tradicional (sin uso de software).

En este trabajo se describe sintéticamente el proyecto de tesis y se presentan algunos resultados obtenidos en encuestas de opinión aplicadas a los alumnos, referidos al material de estudio que utilizan, el grado de dificultad que les presenta la materia, el interés que tienen por la materia, su participación en clase, algunos hábitos de estudio y dedicación fuera de la clase.

Si bien se pudieron apreciar algunas mejoras en estos aspectos luego de la experiencia en aula, las mismas requieren continuar fortaleciéndose a partir de próximas implementaciones.

Introducción

Dentro de la formación básica de un futuro ingeniero, juegan un papel muy importante los conocimientos matemáticos y la forma en que se enseñaban antes pareciera no funcionar ahora. En la actualidad, no es igual el modo en que los alumnos acceden al conocimiento. Entonces, quienes enseñan Matemática para Ingeniería deben reflexionar acerca de la incorporación de innovaciones metodológicas en el aula.

Este trabajo forma parte de una tesis de Maestría en Docencia Universitaria en la que se ha propuesto realizar una experiencia en aula para analizar la incidencia de ciertos recursos didácticos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de Análisis Matemático I en carreras de Ingeniería de la Facultad Regional San Nicolás (FRSN).

La experiencia se llevó a cabo en el desarrollo de la unidad “Derivada y aplicaciones”, utilizando material didáctico interactivo de diseño propio. Se aplicó en el curso de Ingeniería Electrónica, mientras que en la especialidad Mecánica se desarrollaron los mismos contenidos en forma tradicional (sin uso de software). El objetivo de la experiencia es el de comparar los resultados en el aprendizaje de los alumnos de ambas especialidades y tratar de detectar cambios después de estudiar la unidad didáctica mencionada con y sin uso de software. Se pretende contribuir a optimizar la formación de los futuros ingenieros, analizando si con la incorporación de la tecnología como recurso didáctico, los alumnos:

- mejoran su rendimiento académico;
- se forman representaciones mentales más adecuadas de los conceptos fundamentales;
- modifican sus preferencias por el material de estudio que utilizan;
- manifiestan una disminución en la dificultad que les presenta Análisis Matemático I;
- adquieren una actitud más activa en su participación en clase;
- aumentan su interés por la materia y la dedicación a la misma fuera de clase.

En este trabajo se describe sintéticamente el proyecto de tesis y se presentan algunos resultados surgidos del análisis de las encuestas de opinión aplicadas a los alumnos de las dos especialidades antes y después de llevar a cabo la experiencia.

Fundamentación

Desde la práctica docente, se observa que los alumnos de primer año muestran dificultades en el aprendizaje de Análisis Matemático I. Es significativo el porcentaje de estudiantes que desaprovechan los parciales y finales de esta materia, como también de los que abandonan su cursado o la recursan. Probablemente este problema se produzca por la conjunción de múltiples factores, lo que lleva a revisar algunas cuestiones referidas a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de dicha materia en este tipo de carreras.

En cuanto a las clases de Análisis Matemático I, es habitual que se desarrolle en forma tradicional: el profesor explica los conceptos en el pizarrón con una exposición más o menos dialogada, el alumno toma notas y luego debe estudiar dichos conceptos por libros o apuntes de cátedra. Ahora, para que los estudiantes de primer año recurran a los libros de texto, deben tener el hábito adquirido, lo que no se condice con lo que se observa en muchos de ellos. Los adolescentes, en la actualidad, están acostumbrados a manejarse interactivamente en su vida diaria. Si tienen dudas sobre algún conocimiento, no es común que recurran a libros, por más completas que sean sus bibliotecas familiares. Lo habitual es que quieran resolver el problema con algún buscador de Internet. Entonces habría que cuestionar si es lógico esperar buenos resultados en el aprendizaje actual, con el libro de texto o los apuntes de cátedra como únicos recursos didácticos para que el alumno estudie.

Por otro lado, Análisis Matemático I tiene características particulares que aportan una dificultad extra a su aprendizaje con respecto a otras ramas de la Matemática, porque es dinámico: estudia el cambio y el movimiento; trata cantidades que se aproximan a otras cantidades. Esto hace que su enseñanza y su aprendizaje se dificulten si sólo se utilizan, para la visualización de estos conceptos, imágenes estáticas por mejores que éstas sean.

La visualización matemática es el proceso de formar imágenes (mentales, o con lápiz y papel, o con la ayuda de la tecnología) y usar esas imágenes efectivamente para el descubrimiento y entendimiento matemático (Zimmermann y Cunningham, 1991).

Zimmermann (1990, citado en Hitt, 2003) afirma que, conceptualmente, el papel del pensamiento visual es tan fundamental para el aprendizaje del Análisis Matemático que es difícil imaginar un curso exitoso de esta materia que no enfatice los elementos visuales del tema si se tiene la intención de promover un entendimiento conceptual.

De Guzmán (1996) sostiene que en un libro se transmite normalmente sólo el producto final, la imagen última con todos los elementos acumulados en ella, lo que resulta muchas veces engorroso de interpretar. Hoy se dispone de la computadora y de programas con capacidades de representación interactiva que permiten cambiar la presentación de los contenidos favoreciendo la visualización y aumentando el interés por la materia.

Mandujano (2005) expone las ventajas de usar software en la enseñanza de la Matemática. En especial pone énfasis en las animaciones, pues considera que éstas permiten visualizar mejor los conceptos matemáticos y captar el interés de los alumnos.

En el proyecto de tesis se propuso, en primera instancia, indagar sobre el método de enseñanza del Análisis Matemático I en la FRSN focalizando la atención en los recursos didácticos que se utilizan habitualmente para favorecer la visualización dinámica de los conceptos fundamentales de la materia. En segundo término, se proyectó analizar si incide favorablemente en el aprendizaje de dicha asignatura la incorporación de la tecnología para una adecuada visualización dinámica de los contenidos involucrados y detectar posibles modificaciones en el interés de los alumnos por la materia después de estudiar la unidad didáctica de “Derivada y aplicaciones” con el uso de software, en un caso, y en forma tradicional en el otro.

Desarrollo

El proyecto de tesis fue presentado a fines de 2010 y aprobado para su realización a principio de 2011, año en que se realizó el trabajo de campo. Actualmente está en la instancia de análisis de resultados obtenidos. La investigación se llevó a cabo en dos etapas. En la primera se analizaron ciertas características actuales de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de Análisis Matemático I en la FRSN, focalizando la atención en los recursos didácticos que utilizan tanto los docentes para enseñar como los alumnos para estudiar.

Esta primera etapa se efectivizó mediante un diseño no experimental con alcance descriptivo, según la clasificación de Bravin y Pievi (2008), y en la misma se consideraron como participantes de la investigación a todos los profesores de Análisis Matemático I de la FRSN y a los alumnos que cursaron primer año de Ingeniería Electrónica y Mecánica en el año 2011.

Las técnicas de recolección de la información en esta primera parte comprendieron entrevistas personalizadas a los docentes y encuestas de opinión a los alumnos.

En la segunda etapa de la investigación se realizó una experiencia en aula con dos grupos diferenciados de participantes (control y testigo), para observar posibles cambios en los resultados de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, a partir de la modificación de algunas estrategias didácticas que favorezcan la visualización de ciertos conceptos. En esta etapa se utilizó un diseño cuasi – experimental, según la clasificación de Bravin y Pievi (2008). El curso correspondiente a la carrera de Ingeniería Mecánica actuó como grupo de control y en él se desarrolló la unidad didáctica “Derivada y aplicaciones” de una manera tradicional, es decir, por medio de explicaciones orales o escritas en pizarrón por parte del docente a cargo de la parte teórica. La especialidad de Ingeniería Electrónica actuó como grupo testigo y, en ésta, la misma unidad didáctica se desarrolló utilizando material didáctico interactivo especialmente confeccionado para este fin, con el software libre GEOGEBRA con la intención de favorecer la visualización dinámica de los conceptos fundamentales y propiciar la participación colectiva a través de la discusión teórica del tema tratado.

Una vez finalizada la enseñanza de la unidad didáctica, se aplicó nuevamente a los alumnos de las dos especialidades de Ingeniería un cuestionario con escala de tipo Likert (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2006), con las mismas características que el de la primera etapa. También se propuso realizar un análisis comparativo de las puntuaciones obtenidas por las dos especialidades en los dos trabajos prácticos y en el examen parcial correspondiente a la unidad didáctica, así como de las respuestas a determinadas preguntas conceptuales que figuraban en el mismo.

Particularmente en este trabajo se describen y analizan algunos de los resultados obtenidos con el procesamiento de la información lograda a partir de las respuestas de los estudiantes a las encuestas de opinión en las dos etapas: antes del desarrollo de la unidad didáctica “Derivadas y aplicaciones” (Etapa 1) y después del desarrollo de dicha unidad (Etapa 2).

Las encuestas están divididas en dos partes. La primera contiene un cuestionario con escala de tipo Likert con cinco opciones de respuesta por ítem -yendo desde “muy de acuerdo” (opción A) hasta “muy en desacuerdo” (opción E) y la segunda parte con tres preguntas abiertas. El cuestionario utilizado en la Etapa 1 para las dos especialidades se presenta en la Figura 1. Contiene 19 afirmaciones, de las cuales 17 son de dirección positiva, lo que significa que es más favorable la respuesta cuanto mayor es el grado de acuerdo. Para su análisis fueron codificadas numéricamente de la siguiente forma: 5 = muy de acuerdo, 4 = de acuerdo, 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2 = en desacuerdo, 1 = muy en desacuerdo. Las preguntas 7 y 10 son de dirección negativa ya que la primera interroga sobre la utilización de la Web para buscar los contenidos teóricos de la materia y no se ha recomendado en clase ningún sitio que no sea la Web sobre funciones de la página de la Facultad y la segunda se refiere a la dificultad que les presentan los contenidos teóricos de la materia y por lo tanto es más favorable la respuesta, en ambos casos, cuanto mayor es el grado de desacuerdo. Estas dos últimas fueron codificadas numéricamente para su análisis con la siguiente escala: 1 = muy de acuerdo, 2 = de acuerdo, 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = en desacuerdo, 5 = muy en desacuerdo. El índice obtenido para cada respuesta surge de calcular el promedio de las respuestas obtenidas.

		A	B	C	D	E
1	Concurro a la biblioteca para solicitar la bibliografía recomendada					
2	Utilizo libros para estudiar los contenidos teóricos de la materia					
3	Utilizo los apuntes de la cátedra para estudiar					
4	Utilizo las notas que tomo en clase para estudiar					
5	Utilizo algún software para la materia					
6	Entiendo las explicaciones sobre los conceptos teóricos que da la profesora					
7	Utilizo la Web para buscar los contenidos teóricos de la materia					
8	He recurrido al sitio Web sobre funciones de la página de la Facultad					
9	Entiendo los gráficos que realiza la profesora en el pizarrón					
10	Me resultan difíciles los contenidos teóricos de la materia					
11	Me interesan los contenidos de la materia desarrollados hasta el momento					
12	Me resulta entretenido estudiar los contenidos teóricos					
13	Me interesa asistir a las clases teóricas					
14	Participo en las clases teóricas					
15	Si me pierdo en las explicaciones de la profesora, le pido que vuelva a explicar					
16	Necesito ampliar fuera de clase las explicaciones que da la profesora					
17	Asisto a las clases de consulta que da la profesora					
18	Estudio los contenidos que la profesora enseña, antes de la próxima clase					
19	Acostumbro a planificar el tiempo que le dedico al estudio de la teoría					
20	En caso de haber respondido afirmativamente la pregunta 5, indica cuál y para qué lo utilizas					
21	Si utilizas otros materiales de estudio no mencionados, indica cuáles y para qué					
22	Realiza cualquier comentario que creas pertinente					

Figura 1. Cuestionario suministrado a los alumnos de las especialidades Electrónica y Mecánica en la Etapa 1

La escala Likert sirve para medir actitudes. La valoración de la actitud de los alumnos según el índice obtenido en cada respuesta, se consideró de acuerdo con la Tabla 1.

Actitud	Valor del índice
Favorable	5 a 3,26
Neutra	3,25 a 2,75
Desfavorable	2,74 a 1

Tabla 1. Valoración de la actitud de los alumnos según el índice obtenido en cada respuesta

Resultados

A continuación se describen y analizan algunos de los resultados obtenidos a partir del procesamiento de la información recabada contemplando las respuestas de los estudiantes a las encuestas.

Para el análisis de resultados se agruparon las preguntas de la primera parte de las encuestas tomadas en las dos etapas en cuatro grupos, según el tema a que hacen referencia:

- Primer grupo: materiales que los alumnos utilizan para estudiar (preguntas 1 a 5, 7 y 8).
- Segundo grupo: grado de dificultad que les presenta la materia (preguntas 6, 9 y 10).
- Tercer grupo: interés que los estudiantes tienen por la materia y su participación en clase (preguntas 11 a 15).
- Cuarto grupo: hábitos de estudio y la dedicación de los estudiantes a la materia fuera de la clase (preguntas 16 a 19).

En la Etapa 1 fueron encuestados 20 alumnos de Ingeniería Electrónica y 37 de la especialidad Mecánica. En la Etapa 2 fueron encuestados 19 alumnos de Ingeniería Electrónica y 28 alumnos de Ingeniería Mecánica.

En lo que se refiere al primer grupo de respuestas, referidas al *material que los alumnos utilizan para estudiar*, no se observan cambios significativos en ninguna de las dos especialidades después de llevar a cabo la experiencia, excepto en lo que se refiere a la utilización de software para la materia que ha sido un logro importante de la experiencia en la especialidad Electrónica. En este aspecto, mientras que el índice para Mecánica se mantiene reflejando una actitud desfavorable, el correspondiente a Electrónica pasa de manifestar una actitud desfavorable a una favorable. En cambio, las dos especialidades siguen manteniendo de una etapa a otra la actitud:

- desfavorable hacia la concurrencia a biblioteca para solicitar libros para estudiar la materia;
- neutra hacia la utilización de libros para estudiar;
- favorable hacia la utilización de los apuntes de la cátedra y las notas que toman en clase.

Con respecto al cuarto grupo de respuestas, referidas a los *hábitos de estudio y dedicación a la materia fuera de la clase*, las dos especialidades mejoran de una etapa a otra los valores en los siguientes aspectos:

- estudiar los contenidos que se les enseñan, antes de la próxima clase. En Electrónica el índice correspondiente a este aspecto sufre un leve aumento pero se mantiene en una actitud desfavorable. Para Mecánica el aumento es mayor pasando a reflejar una actitud neutra.
- planificar el tiempo que le dedican al estudio de la teoría. El índice correspondiente a Electrónica continúa reflejando una actitud neutra mientras que el de Mecánica sufre un aumento más notorio pasando de una actitud neutra a una favorable. En este aspecto se ven más organizados los alumnos de la especialidad Mecánica.

Con respecto a la necesidad de ampliar fuera de clase las explicaciones que da la profesora y la asistencia a las clases de consulta, los resultados en la segunda etapa son negativos con respecto a la Etapa 1 para las dos especialidades. También persiste en las dos especialidades la no concurrencia a las clases de consulta que se dan en días y horarios determinados.

Sí se observan cambios significativos de una etapa a otra, en el segundo y tercer grupo de respuestas. En la Figura 2 se presenta una comparación entre los índices obtenidos para las dos especialidades, referida a las afirmaciones del segundo grupo de análisis, *grado de dificultad que les presenta la materia*, en la Etapa 1 y en la Etapa 2. En ambos casos es un gráfico de columna doble (una para cada especialidad). En el eje horizontal se representan cada una de las afirmaciones que componen este segundo grupo de análisis y en eje el vertical los índices respectivos.

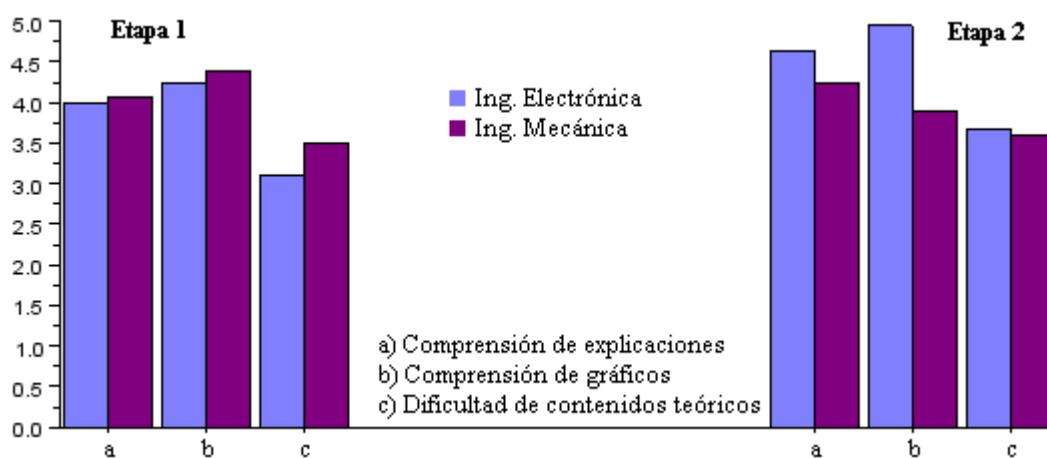


Figura 2. Comparación de los índices obtenidos para las respuestas en las Etapas 1 y 2 de los alumnos de las dos especialidades, referidas al grado de dificultad que les presenta la materia

Como se puede apreciar en la Figura 2, en la Etapa 1 las dos especialidades muestran similitud en cuanto a la comprensión de las explicaciones y a la comprensión de los gráficos que realiza la profesora en el pizarrón. Los índices indican una actitud favorable con valores muy parecidos (entre 4,00 y 4,50). En cambio, existe una leve diferencia entre las dos especialidades en cuanto a los índices correspondientes a la dificultad que les presentan los contenidos teóricos. Mientras que la especialidad Electrónica refleja una actitud neutra (con un índice de 3,10) los estudiantes de la especialidad Mecánica muestran una actitud más favorable (con un índice de 3,51). Al ser una respuesta de dirección negativa indicaría que los contenidos desarrollados con anterioridad a la unidad didáctica de “Derivadas y aplicaciones”, en general, les resultaron más fáciles a los estudiantes de Mecánica que a los de Electrónica.

Para la Etapa 2, como se puede observar en la Figura 2, con respecto a la comprensión de las explicaciones, el índice correspondiente a Electrónica asciende con respecto a la primera etapa pasando a ser superior al de Mecánica, aunque éste se mantiene reflejando una actitud favorable.

En la comprensión de los gráficos es donde se observa la mayor diferencia entre una etapa y otra. Mientras que el índice correspondiente a Electrónica asciende de 4,25 a 4,95, el correspondiente a Mecánica desciende de 4,40 a 3,89.

Con respecto a la dificultad que les presentan los contenidos teóricos de la materia, en ambas especialidades los índices reflejan una mejora con respecto a la Etapa 1 aunque el aumento en el índice es mayor para Electrónica.

En la Figura 3 se presenta, con gráficos de las mismas características que los de la Figura 2, una comparación entre los índices obtenidos para las dos especialidades, referida a las afirmaciones del tercer grupo de análisis, *interés por la materia y su participación en clase*, en las Etapas 1 y 2. En la Etapa 1, como se puede apreciar en la Figura 3, las dos especialidades muestran similitud en su actitud favorable (con un índice cercano al valor 4,00), en el interés por los contenidos teóricos de la materia y en la asistencia a las clases teóricas de la asignatura. Otra característica similar que tienen las dos especialidades es que los resultados obtenidos en el interés por los contenidos teóricos o la asistencia a las clases son sensiblemente superiores a los obtenidos cuando se interroga a los estudiantes sobre si les resulta entretenido estudiar los contenidos teóricos. Ambas especialidades muestran una actitud neutra siendo mínimamente más alto el índice correspondiente a Electrónica.

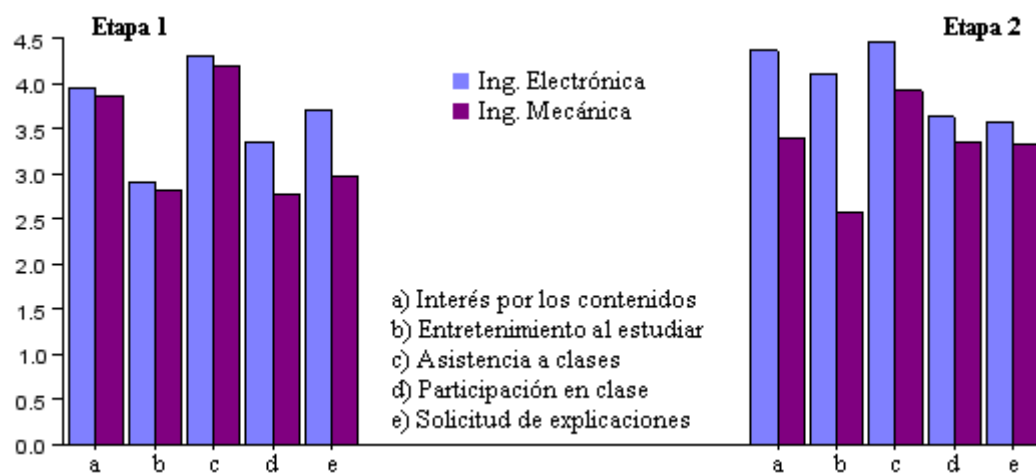


Figura 3. Comparación de los índices obtenidos para las respuestas en la Etapa 1 y 2 de los alumnos de las dos especialidades, referidas al interés por la materia y su participación en clase

En cambio, existen diferencias entre las dos especialidades en cuanto a:

- La participación en clase. Mientras que en la especialidad Electrónica el índice muestra una actitud con tendencia a favorable (3,35), el índice de Mecánica refleja una actitud más bien neutra (2,78).
- El pedido de esclarecimiento si se pierden en las explicaciones que brinda la profesora. Para la especialidad Electrónica, el índice referido a este aspecto muestra una actitud favorable (con un valor cercano a 4) mientras que el correspondiente a Mecánica refleja una actitud neutra (no superando los 3 puntos).

Lo anterior permitiría concluir que los estudiantes de Mecánica se ven a sí mismos con una actitud más pasiva en clase que los de Electrónica.

En la Etapa 2, según se puede ver en la Figura 3, es donde se observan las mayores diferencias entre una especialidad y otra. Las mismas se dan en los siguientes aspectos:

- Interés por los contenidos teóricos de la materia. Mientras que en la especialidad Electrónica el índice correspondiente asciende a un valor que refleja una actitud favorable (con un índice de 4,37), para Mecánica desciende de una etapa a otra (ubicándose en un valor de 3,39).
- Interés por asistir a las clases teóricas. El índice correspondiente aumenta a 4,47 para Electrónica y disminuye para Mecánica a 3,92.
- Entretenimiento al estudiar los contenidos teóricos. El índice correspondiente a este aspecto tuvo un significativo aumento para Electrónica (llegando a un valor de 4,10), que indica una actitud muy favorable. En cambio para la especialidad Mecánica disminuye pasando de manifestar una actitud neutra a una desfavorable. Este aspecto es donde se observa la mayor diferencia entre las dos especialidades en la segunda etapa.
- Pedido de esclarecimiento si se pierden en las explicaciones que brinda la profesora. El índice correspondiente disminuye de una etapa a otra para Electrónica y aumenta para Mecánica.

Si se tiene en cuenta este último resultado y además que, en cuanto a la participación en las clases teóricas, el índice aumenta en las dos especialidades, siendo mayor el aumento para la especialidad Mecánica. Se podría pensar que los alumnos de Electrónica no se han visto en la necesidad de pedir tantas aclaraciones mientras que los de Mecánica sí.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados anteriores se podría señalar que la experiencia llevada a cabo en la especialidad Electrónica ha sido muy positiva en cuanto a que los alumnos:

- adquieran el hábito de acompañar con el uso de software el estudio de la materia;
- mejoren en la comprensión de las explicaciones y de los gráficos que se realizan en clase para explicar ciertos conceptos e interpretaciones geométricas;
- aumenten el interés que tienen por los contenidos teóricos de la materia, la asistencia a las clases teóricas y su participación activa en ellas;
- les resulte más entretenido estudiar los contenidos teóricos.

Los aspectos anteriores no se han modificado o han desmejorado en algunos casos para la especialidad Mecánica durante el desarrollo, en forma tradicional, de la unidad correspondiente a “Derivadas y aplicaciones”.

Con respecto a la dificultad de los contenidos desarrollados, podría decirse que en ambos cursos, la unidad de “Derivadas y aplicaciones” les ofreció un grado de dificultad menor que la anterior, de “Funciones”. Está en proceso de análisis si esta manifestación de los alumnos concuerda con los resultados obtenidos en los parciales y trabajos prácticos conceptuales.

En cuanto al material que utilizan para estudiar, según las respuestas de los alumnos de las dos especialidades, persiste en la mayoría de ellos la actitud de no concurrir a la biblioteca para solicitar la bibliografía recomendada y son pocos los que manifiestan utilizar libros de texto. Por sus respuestas parecería que se limitan a usar sólo los apuntes de la cátedra y las notas que toman en clase como material de estudio.

Las respuestas referidas a los hábitos de estudio y dedicación a la materia fuera de la clase están lejos de ser los deseables para el nivel universitario. Los índices correspondientes a Mecánica son ligeramente superiores a los de Electrónica en las dos etapas. Aunque los alumnos de Electrónica aumentaron su interés por la materia y el entretenimiento al estudiarla, después de realizada la experiencia, esto todavía no se refleja en mejoras en su dedicación.

Se puede concluir que, si bien se pudieron apreciar algunas mejoras en estos aspectos luego de una experiencia en aula con materiales especialmente diseñados, las mismas requieren continuar fortaleciéndose a partir de próximas implementaciones.

Referencias Bibliográficas

- Bravin, C. y Pievi, N. (2008). *Documento Metodológico Orientador para la Investigación Educativa*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación e Instituto Nacional de Formación Docente.
- De Guzmán, M. (1996). *El Rincón de la Pizarra. El papel de la visualización*. Madrid, España: Pirámide.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4ta. ed.). México DF: McGraw Hill.
- Hitt, F. (2003). *Una reflexión sobre la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología*. Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, X (2).
- Mandujano, J. (2005). Enseñanza del cálculo con animaciones. En J. Lezama, M. Sánchez y J. Molina (Eds.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 18*, 771 - 777. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Zimmermann, W. y Cunningham, S. (1991). *Visualization in Teaching and Learning Mathematics*. MAA Notes, 19.